

MEDIDOR DE FERTILIZANTES PARA SIMPLIFICAR A REGULAGEM DE ADUBADORAS¹

CEZAR DE MELLO MESQUITA², JAIR ROSAS DA SILVA,
CARLOS AUGUSTO DA SILVA BRAGA e GERALDO ARMOND³

RESUMO - Um copo cilíndrico de plástico transparente, tendo impressa na sua superfície uma tabela de valores em quilogramas por hectare, foi utilizado como medidor de fertilizantes para substituir as etapas de pesagem e cálculos, usadas no método convencional de regulagem de adubadoras. Para avaliar o novo método, simularam-se regulagens com semeadoras-adubadoras de tração mecânica e animal e estimaram-se as quantidades distribuídas de seis fertilizantes. Análises estatísticas, uma para cada máquina, compararam os dois métodos em delineamentos inteiramente casualizados, com as combinações de método e fertilizantes, em esquema fatorial 2 x 6 com 4 repetições. Com a semeadora-adubadora de tração mecânica os métodos não diferiram significativamente. A diferença média percentual foi de apenas 1,8%. Com a semeadora-adubadora de tração animal a diferença foi significativa. Entretanto, a diferença média percentual de apenas 4,6% aparentemente não representa desvio importante em termos práticos.

Termos para indexação: medidor de adubo, semeadoras-adubadoras.

FERTILIZER MEASURER TO SIMPLIFY THE ADJUSTMENT OF FERTILIZER DRILLS

ABSTRACT - A cylindrical transparent plastic container was used as a fertilizer measurer to substitute weighing and to calculate steps of the conventional method to adjust fertilizer drills. The table printed on the container's surface showed the amounts of fertilizer delivered in kilograms per hectare units. An adjustment practice was simulated to obtain the samples from different fertilizers and two fertilizer drills to compare the new method to the conventional one. The data were independently analyzed for each fertilizer drill within a completely randomized design with methods and fertilizers combined in 2 x 6 factorial arrangement of treatments. The results showed no significant difference between the two methods with the samples delivered by the tractor-operated fertilizer drill. On the other hand, the two methods were significantly different according to the samples collected from the animal-driven fertilizer drill. However, this latter difference between the two means was only 4.6% which, practically, does not seem to represent a significant amount.

Index terms: measuring fertilizer, accurate estimation.

INTRODUÇÃO

Apesar da falta de notificações ou registros em relatórios ou publicações técnicas, a má regulagem das adubadoras ou mesmo a ausência completa desta prática tem sido observada por

profissionais da assistência técnica em mecanização nos estados de São Paulo e Paraná. Entre as prováveis causas responsáveis por este fenômeno, são citadas as dificuldades decorrentes da necessidade de utilização de balanças, nem sempre disponíveis, e da realização de cálculos, nem sempre fáceis e práticos para o usuário na operação de regulagem das adubadoras em condições de campo. No Paraná, tem sido observado o uso por parte de agricultores, de uma lata de óleo vegetal, de capacidade aproximada de 950 ml, como unidade de 1 quilograma de fertilizante, em substituição à balança nas operações de regulagem de adubadoras. É impor-

¹ Aceito para publicação em 17 de fevereiro de 1992.

Trabalho realizado na Div. de Eng. Agríc., Inst. Agron., Jundiá, SP.

² Eng.-Agr., Ph.D., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Soja - CNPSO, Caixa Postal 1061, CEP 86001 Londrina, PR.

³ Eng.-Agr., IAC/Div. de Engen. Agríc., Caixa Postal 26, CEP 13200 Jundiá, SP.

tante frisar que, apesar das restrições que esta medida possa suscitar, esta prática já é de uso corrente por alguns produtores e com potencial para ser incrementada, devido à sua simplicidade. Entretanto, a suposição crítica de igualdade das características dos fertilizantes, que está implícita nesta prática, pode levar a erros significativos de super ou subestimação da quantidade de fertilizantes aplicada.

Diversos fatores influenciam, com diferentes graus de intensidade, a uniformidade de distribuição de adubos e corretivos. Mehering & Cumings (1930) concluíram que, além do tipo de mecanismo dosador-distribuidor das adubadoras, as principais propriedades dos fertilizantes que afetam sua distribuição são as seguintes: higroscopicidade (capacidade de absorver umidade do ar); grau de subdivisão, ou seja, tamanho e forma de partícula; grau de heterogeneidade física de partículas; peso específico aparente; e coeficiente de atrito entre partículas. Além destes fatores, Richey et al. (1961), acrescentam o ângulo cinético de repouso do fertilizante como capaz de fornecer uma indicação grosseira da capacidade de escoamento através dos mecanismos dosadores-distribuidores, o dimensionamento do dispositivo de descarga do distribuidor, as variações da taxa de distribuição de acordo com a posição do alimentador e a uniformidade de descarga. Citam ainda que distribuidores usuais de fertilizantes dão melhores resultados com produtos que possuem ângulo de repouso menor de 40°.

Smith (1964), recomenda executar preliminarmente o destorroamento e peneiramento de fertilizantes e corretivos para todos os tipos de mecanismos dosadores-distribuidores. Como que influenciam a eficiência de aplicação destes produtos, cita os seguintes: umidade relativa do ar, dosagem de aplicação, composição química do produto e estado físico do produto.

Kliner (1967), ensaiando distribuidores de calcário e de fertilizantes, por gravidade, conclui que a homogeneidade de distribuição depende das características do mecanismo dosador, para uma dada regulagem e produto.

Segundo Tennessee Valley Authority (1970), é difícil conseguir uma taxa uniforme de ali-

mentação do dispositivo dosador de diferentes produtos aplicados em conjunto, porque eles têm várias densidades específicas, tamanhos, e formas de partículas. Este ressalta que uma das maiores razões da não uniformidade de aplicação de grandes volumes de mistura de adubos é a segregação dos componentes da mesma. Conclui que variações no tamanho de partículas dos adubos constituintes da mistura frequentemente são a maior causa da desuniformidade de aplicação, sendo que a densidade tem também algum efeito, mas não tanto quanto o fator anterior e que a forma das partículas tem pouco ou nenhum efeito na forma de aplicação. Mehering & Cumings (1930) concluíram também que misturas fertilizantes são heterogêneas com respeito a tamanho, forma e peso específico das partículas de seus componentes e que os materiais separados durante a distribuição, e a taxa de produtos aplicados, podem sofrer alterações profundas a cada momento. Segundo Primrose et al. (1973), misturas de fertilizantes segregam, e uma distribuição uniforme ao mesmo tempo, do ponto de vista físico e químico, é impossível.

Assim, a passagem através de mecanismos dosadores-distribuidores e a distribuição homogênea de fertilizantes nas formulações simples ou compostas são influenciadas por larga amplitude de fatores, independentemente do método utilizado para aferir a quantidade que está sendo distribuída. Desse modo, qualquer método alternativo que estime a quantidade de fertilizantes distribuído com desvios ou erros aceitáveis em relação ao método convencional poderá ser utilizado em substituição ao mesmo.

Este estudo objetiva desenvolver um modelo de medidor de adubos aplicados a seco, pulverizados ou granulados, e avaliar a viabilidade de seu uso para simplificar a metodologia convencional de regulagem de adubadoras de tração mecânica ou animal. O método proposto, que pode ser usado no galpão ou no campo, permite a leitura no medidor, da quantidade de adubo distribuída em quilogramas por hectare, eliminando as etapas intermediárias de pesagem e cálculos, até então imprescindíveis para a realização da regulagem.

MATERIAL E MÉTODOS

Adubos

O trabalho foi desenvolvido a partir de seis tipos de adubos, quatro simples e duas formulações compostas, mais usadas no estado de São Paulo, segundo informações da Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas (1982). Os adubos estão relacionados na Tabela 1, com as respectivas densidades obtidas em condições de laboratório na Divisão de Engenharia Agrícola do Instituto Agrônomo, em Jundiá, SP. Para a determinação da densidade aparente dos adubos, foram coletadas e pesadas duas amostras, logo após a abertura das embalagens. Utilizaram-se dois recipientes com volumes de 30 e 240 ml para prevenir possíveis erros na determinação da densidade.

Os teores de umidade dos adubos no momento da desembalagem, quatro e dez horas após, são também apresentados na Tabela 1. Para cálculo destes teores foram coletadas duas amostras por adubo, pesadas e colocadas em estufa marca Fabbe a 110°C, por períodos que variaram de 24 a 36 horas, até a obtenção de peso constante.

Os teores de umidade relativa do ar, determinados por termo-higrógrafo marca Rene Graf, por ocasião da determinação dos percentuais de umidade dos fertilizantes, foram os seguintes: 8h30min = 72; 12h30min = 70; 18h30min = 74.

Semeadora-adubadora

As semeadoras-adubadoras utilizadas foram: uma de tração animal, de uma linha, marca Jumil, com dispositivo dosador-distribuidor de adubo constituído por prato giratório, com agitador e raspador; e outra de tração mecânica de onze linhas, também de marca Jumil, com mecanismo dosador-distribuidor de adubo de fundo giratório.

Balança

Balança de indicação digital, marca Mettler, modelo P 1000N, leitura com precisão de 0,1 g.

Medidor de adubo

Foi empregado como medidor um copo cilíndrico de plástico transparente, com 4,5 cm de diâmetro e 14 cm de altura, tendo impressa em sua superfície uma tabela onde as colunas indicam, em quilogramas por hectare, as quantidades de adubo de densidade

TABELA 1. Densidades aparentes e teores percentuais de umidade dos fertilizantes utilizados no momento de desembalagem, quatro e dez horas após a mesma.

Fertilizante	Densidade aparente	Teor de umidade (%)		
		8h30min	12h30min	18h30min
Cloreto de potássio	1,07	0,75	0,98	1,07
Sulfato de amônio	1,00	1,12	1,71	1,79
Superfosfato simples	0,95	9,44	9,29	9,32
Uréia	0,74	0,92	0,95	2,33
4 - 14 - 8	1,12	4,64	4,29	4,28
20 - 5 - 20 + S	0,90	10,82	8,25	9,84

aparente igual a 1, aplicadas em linhas com espaçamento de 50 cm. O primeiro número de cada coluna corresponde ao diâmetro aproximado das rodas adubadoras de tração mecânica ou animal encontradas com maior frequência no mercado. Os demais números, representando quilos por hectare, foram determinados em função do volume recolhido no percurso correspondente a cinco voltas destas rodas, que também acionam os mecanismos dosadores-distribuidores dos adubos. Estes valores foram calculados pela equação que se segue e que representa a combinação de cálculos para determinar a quantidade de fertilizantes distribuída.

$$Q = V \times D \times 4 \times (\pi \times d)^{-1}$$

Onde:

Q é a quantidade de adubo em quilogramas por hectare, V o volume de fertilizantes medido no recipiente em centímetros cúbicos, D a densidade aparente do fertilizante (na tabela impressa este valor é igual a 1), d é o diâmetro da roda da adubadora em metros, π igual a 3,1416 e 4 um fator de conversão de unidades.

As densidades dos adubos estudados constituem um quadro adicional e quando multiplicadas pelo valor da leitura do medidor, permitem estimativas mais precisas das taxas de aplicação do adubo.

As quantidades de adubo aplicadas em espaçamentos diferentes de 50 cm devem ser divididas por fatores de correção, como por exemplo: para espaçamentos de 40, 60, 70, 80, 90 e 100 cm, dividir respectivamente por 0,8; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8 e 2 (Fig. 1). Estas e outras instruções também são encontradas impressas na superfície transparente do medidor.

MEDIDOR DE ADUBO EM QUILOS POR HECTARE				
Diâmetro da roda da adubadora				
45 cm	55 cm	65 cm	75 cm	85 cm
510 -	417 -	353 -	306 -	270 -
482 -	393 -	333 -	289 -	255 -
453 -	370 -	314 -	272 -	240 -
425 -	347 -	294 -	255 -	225 -
396 -	324 -	274 -	238 -	210 -
368 -	301 -	255 -	221 -	195 -
340 -	278 -	235 -	204 -	180 -
312 -	255 -	216 -	187 -	165 -
283 -	231 -	196 -	170 -	150 -
255 -	208 -	176 -	153 -	135 -
226 -	185 -	157 -	136 -	120 -
198 -	162 -	137 -	119 -	105 -
170 -	139 -	118 -	102 -	90 -
142 -	116 -	98 -	85 -	75 -
113 -	93 -	78 -	68 -	60 -
85 -	69 -	59 -	51 -	45 -
57 -	46 -	39 -	34 -	30 -
28 -	23 -	20 -	17 -	15 -

COMO USAR O MEDIDOR

1. Coletar o adubo em 1 dos condutores de descarga em 5 voltas da roda.
2. Verificar a quantidade de adubo na coluna de diâmetro igual ao da roda da sua adubadora.
3. Multiplicar a quantidade encontrada pela densidade do adubo que está sendo usado. (ver tabela de densidade de adubos).

Ex.: Usando-se cloreto de potássio, uma adubadora com rodas de 65 cm de diâmetro e o nível de adubo ficando sobre 235, a adubadora estará distribuindo $235 \times 1,07 = 251$ quilos por hectare.

OBSERVAÇÕES

1. Os valores da tabela foram calculados para espaçamento de 50 cm entrelinhas e adubos de densidade 1.
2. Para espaçamentos de 40, 60, 70, 80, 90 e 100 cm dividir o valor encontrado por 0,8; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8 e 2, respectivamente.

FIG. 1. Modelo da tabela a ser impressa no recipiente medidor de adubo.

Uma regulagem de galpão foi simulada para a coleta de amostras de adubos depositados pelos dispositivos de descarga das máquinas utilizadas. Cada amostra, após ser colocada no medidor, era estimada pela leitura direta do valor na tabela impressa no medidor, coincidente com o nível de adubo e na coluna correspondente ao diâmetro da roda da adubadora utilizada. Este valor multiplicado pela densidade do respectivo fertilizante constituía a estimativa, em quilogramas por hectare, pelo método proposto. Posteriormente, a mesma amostra era pesada e, através de uma seqüência de cálculos proporcionais, estimada em quilogramas por hectare pelo método convencional.

Para maior rigor na comparação dos métodos, foram realizadas análises estatísticas distintas para cada semeadora-adubadora eliminando-se a fonte de va-

riação representada pelas mesmas. Assim, utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com as combinações de métodos e fertilizantes em esquema fatorial 2×6 com quatro repetições.

Para avaliar os desvios dos dados obtidos com o método proposto em relação ao convencional, foi arbitrariamente adotado como referência o valor estabelecido pelas normas do Indian Standards Institution (1973), para testes de adubadoras, que limita em 12,5% a variação máxima permitida na deposição de adubos referentes à quantidade a ser distribuída por hectare. Esta referência foi adotada pela ausência de citações quanto a este limite de variação permitida no projeto de norma número 12:02.06-005 de fevereiro de 1989, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (1989), para ensaio de adubadoras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise dos dados obtidos com a semeadora-adubadora de tração mecânica, os resultados não apresentam diferença significativa entre os dois métodos de avaliação de quantidade de fertilizantes distribuída (Tabela 2). Em números absolutos esta diferença foi de 3,67 kg/ha, que correspondem a 1,8% de erro ou desvio, em termos percentuais. A alternância de maiores valores estimados por ambos os métodos com os seis fertilizantes (Tabela 2), além das pequenas diferenças, também visualizadas na Fig. 2, evidenciam a semelhança dos métodos obtida nesta análise.

Com a semeadora-adubadora de tração animal, os resultados mostraram diferença significativa entre os dois métodos (Tabela 3). Em números absolutos a diferença média foi de 16,63 kg/ha, correspondendo a um desvio percentual de 4,64%. A constância de maiores valores estimados pelo método convencional com todos os seis fertilizantes (Tabela 3 e Fig.3) é a possível causa da diferença significativa, apesar das pequenas diferenças em termos percentuais.

Entretanto, considerando o limite de 12,5% para os desvios da estimativa de distribuição de adubo com o método do medidor em relação ao convencional, todos os desvios foram bastante inferiores àquele valor, indicando níveis aceitáveis nas condições estudadas.

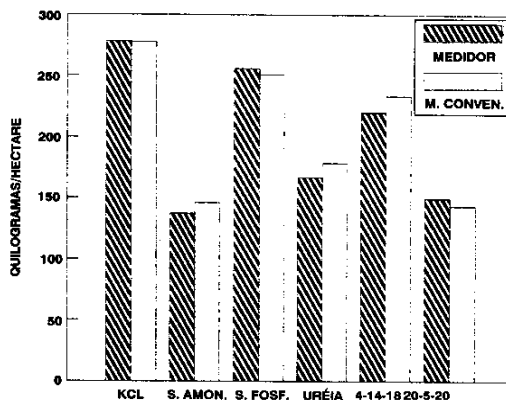


FIG. 2. Comparação entre as estimativas de fertilizantes distribuídos com a semeadora-adubadora de tração mecânica, obtidas pelos métodos do medidor e convencional.

TABELA 2. Quantidades de fertilizantes obtidas pelo medidor e pelo método convencional de estimar o adubo distribuído pela semeadora-adubadora de tração mecânica.

Fertilizante	Medidor kg/ha	M. Convencional kg/ha	Média kg/ha	Diferença kg/ha	Diferença (%)
Cloreto de potássio	278,00	277,50	277,75a ²	0,50	0,18
Sulfato de amônio	137,00	146,25	141,62e	-9,25	-6,32
Superfosfato simples	255,75	250,5	253,12b	5,25	2,09
Uréia	167,00	178,50	172,75d	-11,50	-6,44
4 - 14 - 8	220,00	233,25	226,62c	-13,25	-5,68
20 - 5 - 20 + S	149,75	143,50	146,62e	6,25	4,35
Média	201,25A ¹	204,92A		-3,67	-1,80

C.V. (%) 4,76

¹ As médias seguidas pela mesma letra maiúscula, dentro da mesma linha, não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

² As médias seguidas pela mesma letra minúscula, dentro da mesma coluna, não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

TABELA 3. Quantidades de fertilizantes obtidas pelo medidor e pelo método convencional de estimar o adubo distribuído pela semeadora-adubadora de tração animal.

Fertilizante	Medidor kg/ha	M. Convencional kg/ha	Média kg/ha	Diferença kg/ha	Diferença (%)
Cloreto de potássio	337,75	344,75	341,25b ²	-7,00	-2,03
Sulfato de amônio	283,00	304,25	293,62c	-21,25	-6,98
Superfosfato simples	326,25	350,25	338,25b	-24,00	-6,85
Uréia	335,25	355,25	345,25b	-20,00	-5,63
4 - 14 - 8	432,00	457,75	444,87a	-25,75	-5,62
20 - 5 - 20 + S	337,50	339,25	338,37b	-1,75	-0,52
Média	341,96B ¹	358,59A		-16,63	-4,64

C.V. (%) 2,38

¹ As médias seguidas pela mesma letra maiúscula, dentro da mesma linha, não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

² As médias seguidas pela mesma letra minúscula, dentro da mesma coluna, não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

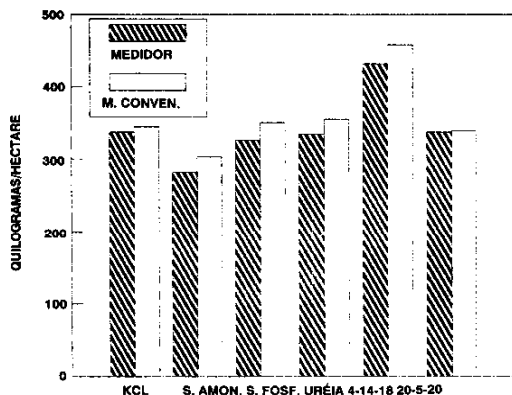


FIG. 3 Comparação entre as estimativas de fertilizantes distribuídos com a semeadora-adubadora de tração animal, obtidas pelos métodos do medidor e convencional.

CONCLUSÕES

1. O método do medidor de adubo não diferiu significativamente do método convencional para estimar a quantidade de fertilizante distribuída por adubadoras, quando analisadas as

amostras obtidas com semeadora-adubadora de tração mecânica.

2. O método do medidor de adubo diferiu significativamente do método convencional, quando analisadas as amostras com a semeadora-adubadora de tração animal.

3. Apesar da diferença significativa com a semeadora-adubadora de tração animal, todos os desvios percentuais com os seis diferentes fertilizantes utilizados foram bastante inferiores aos 12,5% adotados como limite máximo de variação permitido as avaliações pelos dois métodos.

4. O método do medidor de adubo, testado com seis diferentes fertilizantes e duas semeadoras-adubadoras, apresentou resultados satisfatórios dentro das condições estudadas. O seu aperfeiçoamento, com o estudo da possibilidade de utilização de outras adubadoras e outros fertilizantes, poderá representar o incremento da prática da regulação de adubadoras pela simplificação do processo de avaliação da quantidade de fertilizantes distribuída.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Rio de Janeiro). **Distribuidor de fertilizantes e/ou corretivos em linha - Ensaio de Laboratório**. Projeto de Norma 12:02.06-005, Fevereiro de 1989. Rio de Janeiro, 1989. 19p.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS E CORRETIVOS AGRÍCOLAS. **Utilização de adubos formulados no estado de São Paulo**, São Paulo, 1982. 22p. (Boletim Técnico nº 1).
- INDIAN STANDARDS INSTITUTION. **Specification for seed-cum-fertilizer drills**. New Delhi, 1973. 12p. IS: 6813-6873.
- KLINER, W.E. **Test report of John Deere LF 12 fertilizing machine**. Silsoe, England: National Institute of Agricultural Engineering, 1967. 10p. (Report 452)
- MEHERING, A. L.; CUMINGS, G. A. **Factors affecting the mechanical application of fertilizers to the soil**. Washington: United States Department of Agriculture, 1930, 96p. (Technical Bulletin nº 182).
- PRIMROSE, E.E.; REEDER, R.C.; SHOEMAKER, H.E.; DIENER, R. G. **Development of a wide lime and fertilizer spreader**. Morgantown, USA: University Agricultural Experiment Station, 1973. 13p.
- RICHEY, C. B.; JACOBSON, P.; HALL, C. W. **Agricultural Engineers Handbook**. New York: McGraw-Hill, 1961. 880p.
- SMITH, H. P. **Farm Machinery and Equipment**. New York, USA: McGraw-Hill, 1964. 519p.
- TENNESSEE VALLEY AUTHORITY. **Application of granular fertilizer**. Muscle Shoals, USA: National Fertilizer Development Center, 1970. 24p. (Circular Z - 12).